

CLIPPEDIMAGE= JP363213667A  
PAT-NO: JP363213667A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63213667 A  
TITLE: MAGNETRON SYSTEM BIAS SPUTTERING DEVICE

PUBN-DATE: September 6, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIMIZU, TAMOTSU

OGAWA, TSUNEO

IWASHITA, KATSUHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

APPL-NO: JP62045182

APPL-DATE: March 2, 1987

INT-CL\_(IPC): C23C014/36

US-CL-CURRENT: 204/298.19

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase the intensity of a magnetic field on the surface of a substrate and to form a film free from a flaw such as film blister, peeling and void, by arranging a magnetic pole body to the rear of the substrate for forming the film in a magnetron system bias sputtering device.

CONSTITUTION: A magnetic pole body 2 is arranged to the center part of the rear of a target 1 made of Al or the like used as a raw material for film formation in a magnetron system bias sputtering device and concentric annular magnetic pole bodies 3, 4 are provided around it and also plural coils 7, 8 are arranged between these magnetic pole bodies 2, 3, 4. The substrate 15 for forming the film is arranged to the position opposite to the target 1 and the annular coil 18 and magnetic pole body 19 are fitted to the rear thereof. The coils 7, 8 arranged to the rear of the target and the coil 18 fitted to the rear of the substrate 15 are energized and the lines 20 of magnetic force form a tunnel-like magnetic field and high-density doughnut-shaped plasma 21 is formed on the surface of the target by means of power impressed to the target and a vapor-deposited film free from the flaw such as film blister, peeling and void can be formed on the surface of the substrate 15.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-213667

⑤ Int. Cl.

C 23 C 14/36

識別記号

庁内整理番号

8520-4K

④ 公開 昭和63年(1988)9月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 マグネトロン方式のバイアスパッタ装置

⑰ 特 願 昭62-45182

⑱ 出 願 昭62(1987)3月2日

⑲ 発 明 者 清 水 保 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 小 川 恒 雄 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 岩 下 克 博 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

マグネトロン方式のバイアスパッタ装置

## 2. 特許請求の範囲

1. マグネトロン方式のバイアスパッタ装置において、成膜材料からなるターゲットと、該ターゲットの表面から間隔をおいて対向して配置された被膜形成基板とを設け、かつ前記ターゲットの裏面中心部に対向するように配置された磁極体と、この磁極体の周囲に同心的に1体に形成された複数の磁極体と、これらの磁極体間に互いに同心的に介挿された複数のコイルとからなる1体化磁束源を設け、かつ前記被膜形成基板の近傍位置に前記のコイルと同心的にコイルを設け、かつ前記ターゲット面上に、一旦出たのち入射するようにトンネル状に閉じた磁場を形成するとともに、前記被膜形成基板上にその外周部分では基板面にはほぼ平行で、中心部ではほぼ垂直な磁場を外周部分の方が中心部より、その磁場強度が強くなるように形成した

ことを特徴とするマグネトロン方式のバイアスパッタ装置。

2. 前記ターゲットの裏面中心部に対向する磁極体とこの磁極体の周囲に同心的に配置された複数のうちの1個の磁極体とこれらの磁極体間に同心的に介挿されたコイルを永久磁石にて構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のマグネトロン方式のバイアスパッタ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はマグネトロン方式のバイアスパッタ装置に係り、とくにVLSIの多層配線膜形成に好適なマグネトロン方式のバイアスパッタ装置に関する。

(従来の技術)

1MDRAMを初めとするVLSIの製造には多層配線形成技術が必須である。またICの集積度が増すのに伴って下部配線と上部配線とを接続する孔(一般にスルーホール、コンタクトホー

ル、ビアホールなどと呼ばれる)は微小で(1M D R A Mでは $\sim 1.3\mu\text{m}$ )かつほぼ垂直な側壁を有するものとなってきている。このような微細穴への膜形成法としては、被膜基板にバイアス電圧を印加し、電離気体中のイオンによって基板表面をスパッタリングしながら同時に膜形成を行なういわゆるバイアススパッタリング法が提案されている。たとえば、ジャーナルオブエレクトロケミカルソサイエティ、ソリッドステートテクノロジー、(1985年6月)第1466頁乃至第1472頁(J. Electrochem. Soc. SOLID-STATES SCIENCE AND TECHNOLOGY (Jun. 1985) PP1466 乃至1472)に論じられている。

(発明が解決しようとする問題点)

前記の従来技術では、A<sub>2</sub>系金属配線膜の形成に用いる場合、イオンエネルギーが十分に高いとバイアススパッタによる微細穴への埋め込みは可能となるが、膜中にイオン化ガス(一般にはアルゴンイオン)を取り込み膜形成後の後処理においてこの取り込まれたイオン化ガスが膜内で集合した

り、膜外に放出されるため、膜フレ、ハガレおよびボイドなどの問題が発生している。これらの問題は、入射するイオンのエネルギーが大きいため、膜中深く侵入するものと思われる。この点については、たとえばセミコンニュース(1986年5月)第34頁乃至第39頁;マコーム・インターナショナル社刊では、基板バイアス電圧が100Vを越えるあたりからA<sub>2</sub>膜中にボイドが発生することを指摘している。

そこで、従来、前記イオンのエネルギーを低く抑制するため基板を載置している電極への高周波電力を少なくしたりあるいはターゲット側に印加する電力を増加させ、ターゲット側で発生する高密度プラズマを利用するなどの方法が実施されている。

しかるに、基板電極への高周波電力を少なくする方法では、流入するイオン量が少なくなってバイアススパッタを行なわせるのに必要なイオン量を得ることができなくなる。

またターゲット側に印加する電力を増加させる

方法では、ターゲットから放出される成膜粒子の方が基板に入射するイオン量よりもその増加率が大きくなるため、相対的にイオン量が減少して結局効果的なバイアススパッタを行なうことができない。

本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決し、基板に高速でかつ均一な膜厚のバイアススパッタ膜を形成可能とするマグネトロン方式バイアススパッタ装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

前記の目的は、マグネトロン方式のスパッタ装置において、成膜材料からなるターゲットと、このターゲットの表面に間隔をおいて対向して配置された被膜形成基板上とを設け、かつ前記ターゲットの裏面中心部に対向するように配置された磁極体と、この磁極体の周囲に同心的に配置されるとともに該磁極体と一体的に形成された複数個の環状磁極体と、これらの磁極体間に互いに同心的に介挿された複数個のコイルとからなる一体化磁束源を設け、かつ前記被膜形成基板の近傍位置に前

記のコイルと同心的にコイルを設け、かつ前記ターゲット面上に、一旦出たのち、入射するようにトンネル状に閉じた磁場を形成するとともに、前記被膜形成基板上に、その外周部分ではほぼ平行で、中心部ではほぼ垂直な磁場を外周部分の方が中心部よりも磁場強度が強くなるように形成することによって達成される。

(作 用)

本発明においては、被膜形成基板側に形成した大むね該被膜形成基板に平行な磁場により該被膜形成基板に入射する電子の移動速度を低くする。

またイオンは電子よりも質量が大きい(アルゴンイオンの場合約7万倍)ため、磁場の影響をほとんど受けない。

その結果、前記被膜形成基板への移動速度はイオンと電子との差が等価的に少なくなってプラズマと該被膜形成基板との間の電位差が小さくなるとともに、この電位差により該被膜形成基板に入射するイオンエネルギーも低くなる。

前記被膜形成基板の中心部と外周部とでは、外

周部の方の磁場を強くし、磁力線が中心部から外周部に向く磁場では該被膜形成基板上で発生したプラズマはラッパ状に閉じ込められて高密度化される。この場合、磁力線の方向は逆でもプラズマは閉じ込められ、高密度が得られる。

その結果、前記被膜形成基板に入射するイオン量を増加することが可能である。

#### (実施例)

以下、本発明の一実施例を示す第1図乃至第3図について説明する。第1図は本発明の実施例であるバイアススパッタ装置の縦断面図、第2図は第1図に示す被膜形成基板の裏面に設けたコイルへの通電電流と、該被膜形成基板に発生する直流電位との関係を示す図、第3図(a)(b)(c)は、第2図に示すターゲット側コイルの通電電流条件A、B、Cに対応する被膜形成基板上での磁界分布を示す図である。

第1図に示す如く、被スパッタ材料からなる軸対称回転形のターゲット1の裏面側には、その中心軸の延長線上に第1磁極体2を配置し、この第

1磁極体2の周囲同心状に環状をした2個の第2磁極体3および第3磁極体4を配置し、これら3個の磁極体2、3、4の後端部を直流または高周波電源5に接続する平板磁極体6にて磁氣的に結合している。また前3個の磁極体2、3、4間には、前記第1磁極体2と同心状に2個の環状をしたコイル7、8を介挿するとともにその先端部に前記ターゲット1を保持するバックングプレート9を結合している。さらに前記第3磁極体4はその外周に固定されたフランジ部4aを絶縁スペーサ10を介して支持体11に載置するとともに絶縁リング12を介して嵌挿するネジ13により前記支持体11に締着されている。この支持体11はその下端面に下端部を内方に折り曲げてL形状に形成されたアノード14を締着している。

なお前記バックングプレート9は図示していないが、従来のスパッタ電極と同様水冷されている。

前記ターゲット1の表面に対向して配置された被膜形成基板15は基板ホルダ16に保持されている。この基板ホルダ16は直流または高周波電源5に接

続し、その周囲には前記ターゲット1と前記被膜形成基板15との間以外にプラズマが発生するのを防止するためのアースシールド17を設け、このアースシールド17の周囲には前記被膜形成基板15上に軸対称形の磁場を形成するため、前記基板ホルダ16の中心軸と同心状に配置された第3コイル18と、この第3コイル18の外周面および下端面を覆って前記基板ホルダ16の周囲に不必要な磁場が発生しないようにするための磁性材料からなる第4磁極体19とを設けている。

本発明によるバイアススパッタ装置は、前記の如く構成されているから、つぎにバイアススパッタ成膜方法について述べる。

ターゲット1の裏面にある2個のコイル7、8と第3コイル18に適当な値の通電電流を入力すると、前記ターゲット1の表面には磁力線20が一旦出て再び入る閉じたトンネル状の磁界を形成するので、前記ターゲット1に印加された電力によって発生するプラズマは前記トンネル状磁界の磁力線20aが該ターゲット1の表面に平行になる位置

に高密度のプラズマが閉じ込められる。したがって前記ターゲット1の表面にはドーナツ状の高密度のプラズマ21が形成される。

このプラズマ21のドーナツ径は被膜形成基板15の面上での膜厚分布が均一になるように前記ターゲット1と前記被膜形成基板15との間隔との関連において決定される。つまり所定のプラズマ21の径が得られるように磁場を形成する。

ついで前記被膜形成基板15の表面上での磁界は、該被膜形成基板15の中心では前記ターゲット1側のコイル7、8によって形成される磁場の影響を受け、第1図に示す如く、互いに逆方向の磁界が発生するように各コイル7、8への印加電流の方向を決めると、互いに反発して弱い磁場が形成される。

一方、このとき、被膜形成基板15の外周部では、磁界の方向が一致するので、強い磁界が形成され、これによって該被膜形成基板15の表面上には、ラッパ状の磁界20bが形成される。

したがって、基板ホルダ16に高周波電力を加え

ることによって発生したプラズマは、前記ターゲット1と前記被膜形成基板15との間の空間にとじ込められ、該ターゲット1のドーナツ状のプラズマ21よりも低密度ではあるが、一般の高周波グロー放電プラズマよりも高密度のプラズマ22を得ることが可能となる。

また、前記被膜形成基板15の表面上のラッパ状の磁界20bのうち、該被膜形成基板15の表面に対して平行な磁場成分は、電子が該被膜形成基板15に流れ込む速度を低下させる。

一方イオンは電子に比べて質量が大きいため、磁場の影響を受けにくいので、前記被膜形成基板15の表面のプラズマ22に対する直流電位差 $V_{oc}$ は、該被膜形成基板15の表面に垂直な磁場成分のみの場合に比較して小さくなる。

すなわち、第3図(a)(b)(c)はターゲット1側コイル7と被膜形成基板15側のコイル8への通電電流の値を3種類に制御した場合の被膜形成基板15の表面上の磁場分布を示し(コイル7への通電電流は6A一定、コイル8の通電電流は0~5Aと制

御)、第2図は第3図(a)(b)(c)の場合における被膜形成基板15とプラズマとの直流電位差を示すものであるが、第3図(c)に示すように被膜形成基板15の外周部において、該被膜形成基板15の表面に平行に磁力線20aが作用してラッパ状の磁界を構成するようにすれば、直流電位を最低にすることが可能である。

これに対して第3図(c)に示す場合には、磁力密度分布が被膜形成基板15の表面に対して水平に作用する成分が少ないので、被膜形成基板15に流れ込む電子量が増加するため、膜形成基板15のプラズマに対する直流電位差が大きくなる。

たとえば、従来、直流電位 $V_{oc}$ を200V以下にするためには、投入電力を200W以下にする必要があったが、第3図(b)の場合には、300Wまで投入することが可能になり、その結果、直流電位 $V_{oc}$ を低く保持したまま被膜形成基板15への投入電力を増加してプラズマ密度を上げることが可能になるので、被膜形成基板15への入射イオン量を増加することができる。

また高周波電力および磁界の強さを変えることによって被膜形成基板15への入射イオン量を制御することができる。

つぎに本実施例において、ターゲット1側に2個のコイル7、8を設けた理由について述べる。

すなわち前記第2図および第3図(a)(b)(c)に示すように直流電位を最低にするには被膜形成基板15の外周部において、被膜形成基板15の表面に対して垂直に作用する磁束分布成分をほぼ0にする必要があることは既に述べたとおりである。

ところがこのとき、ターゲット1の表面上でのトンネル状磁界がこれによって形成されるドーナツ状プラズマ21の径が必ずしも被膜形成基板15の表面上での膜厚分布を均一にする大きさになっていない場合がある。このような場合、たとえばターゲット1側に1個のコイル7もしくは8を設けるかあるいは磁場を可変することができない永久磁石を設けたときには、ターゲット1の表面上にドーナツ状磁場と、被膜形成基板15上にラッパ状磁場とを別個に制御することができない。

したがって本実施例のようにターゲット1側に2個のコイル7、8を設け、被膜形成基板15側に1個のコイル18を設けることはバイアスバック装置においてはそれなりの理由を有するのである。勿論前記コイル7、8、18の個数を増すことは差支えないことは言うまでもないところである。

また第4図に示す本発明の他の一実施例であるバイアスバック装置のように、ターゲット1側のコイルのうち中央のコイルを永久磁石7'にすることも考えられる。

以上述べたる如く、本発明によるバイアスバック装置においては、被膜形成基板に入射するイオンのエネルギーを低く保持しながらイオン量を多くとることができ、このイオンにより被膜形成基板の表面に形成された膜材料の再放出および表面移動を促進することができるので、従来では埋め込みができなかった微細穴にも十分な厚さの膜を形成することができる。

またイオンエネルギーが低いので、A<sub>2</sub>系の膜などで問題となっていたボイドおよびフレなどの

問題が発生しない状態で微細穴部および側壁部に必要な膜厚の膜を形成することができる。

とくにA<sub>2</sub>系の膜の場合には、成膜時に熱を加えるとさらに穴部の埋め込み性がよくなるので、基板ホルダ内部にヒータを設けたり、基板ホルダと被膜形成基板との間にガスを供給して基板ホルダと被膜形成基板との間の熱伝達率を向上させたりして被膜形成基板を所定の温度に制御することが望ましい。

さらに前記のように低イオンエネルギーでかつ高イオン量を得ることができるので、従来よりも高速でバイアススパッタ成膜をすることができる。

すなわち、従来は、イオンエネルギーを低く保持するために被膜形成基板への投入電力が制限され、被膜形成基板でのスパッタエッチング速度が低くなる問題があった。

バイアススパッタ成膜では、ターゲットから飛んてくる成膜粒子量と被膜形成基板でのスパッタエッチング速度とを上手に対応させないと、微細穴の底部および側壁部での膜の被覆率が低下する

ことになる。

すなわち低いエッチング速度に合わせてターゲットから飛んてくる成膜粒子量を少なくする必要があり、その結果、バイアススパッタ成膜時の成膜速度が低下する問題があった。

本発明においてはこの点についても解決することができる。

(発明の効果)

本発明によれば、被膜基板面上に基板とプラズマ間の電位差を低く抑えたまま高密度のプラズマを形成できるので、基板に入射するイオンエネルギーを低く保ちながら、そのイオン量を増すことができ、その結果、高速でバイアススパッタ成膜が可能となる。

またA<sub>2</sub>系の材料を形成する場合、低イオンエネルギーでバイアススパッタ成膜ができるので、ボイドやフクレの無い膜を形成できる。

さらにバイアススパッタ成膜において、基板面でのスパッタエッチング分布と基板面にターゲットから飛んてくる成膜粒子の流入分布とをそれぞれ

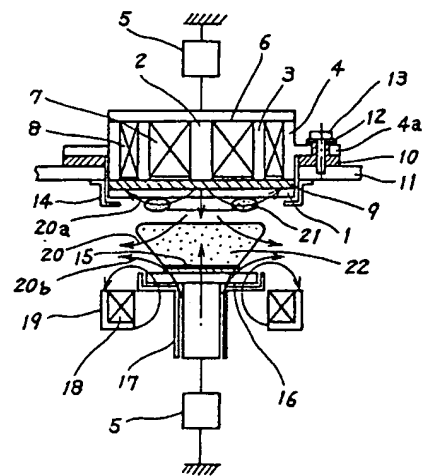
れ独立に制御できるので、基板面内で膜厚の均一な膜が形成できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例であるバイアススパッタ装置の縦断面図、第2図は第1図に示す被膜形成基板の裏面に設けたコイルへの通電電流と、該被膜形成基板に発生する直流電位との関係を示す図、第3図(a)(b)(c)は、それぞれ、第2図に示すターゲット側コイルの通電電流条件A、B、Cに対応する被膜形成基板上での磁界分布を示す図、第4図は本発明の他の一実施例であるバイアススパッタ装置の縦断面図である。

1…ターゲット、2, 3, 4…磁極体、5…直流または高周波電源、6…平板磁極体、7, 8…コイル、9…バックングプレート、15…被膜形成基板、16…基板ホルダ、17…アースシールド、18…第3コイル、19…磁極体。

第 1 図

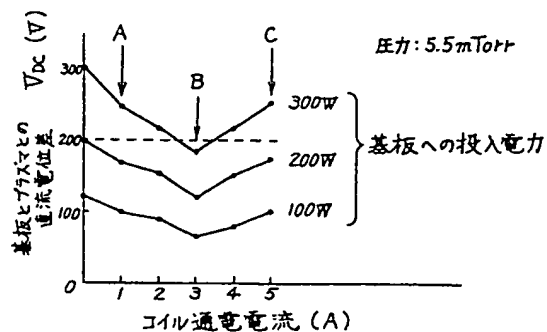


1 ターゲット	7, 8 コイル	19 第4磁極体
2 第1磁極体	9 バックングプレート	20 磁力線
3 第2	15 被膜形成基板	20a 磁力線
4 第3	16 基板ホルダ	20b 磁界
5 直流または高周波電源	17 アースシールド	21 プラズマ
6 平板磁極体	18 第3コイル	22 プラズマ

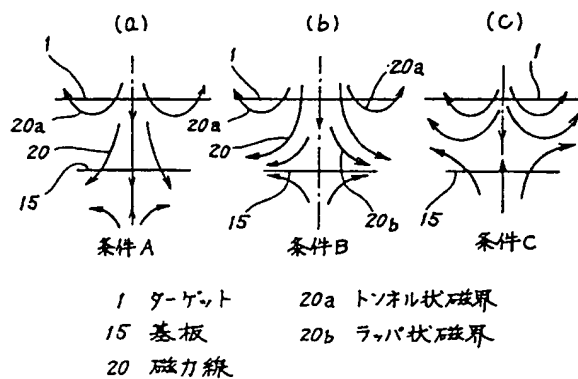
代理人 弁理士 秋 本 正 実

BEST AVAILABLE COPY

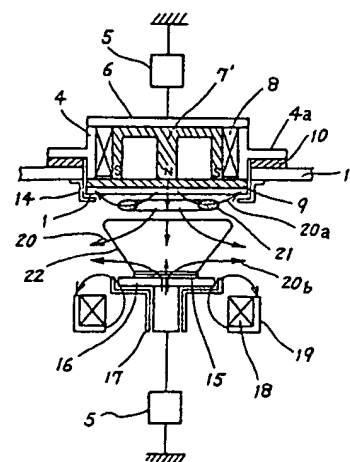
第 2 図



第 3 図



第 4 図



- |              |             |          |
|--------------|-------------|----------|
| 1 ターゲット      | 7, 8 コイル    | 19 第4磁極体 |
| 2 第1磁極体      | 9 パッキングプレート | 20 磁力線   |
| 3 第2 "       | 15 複膜形成基板   | 20a 磁力線  |
| 4 第3 "       | 16 基板ホルダ    | 20b 磁界   |
| 5 直流または高周波電源 | 17 アースシールド  | 21 プラズマ  |
| 6 平板磁極体      | 18 第3 コイル   | 22 プラズマ  |

BEST AVAILABLE COPY